
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 656.13

DOI 10.5281/zenodo.18032680

Балаганская Е. О., Красовская Е. С., Крылова А. Е.

Балаганская Екатерина Олеговна, ФГБОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», д. 14, ул. А. Невского, Калининград, Россия, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Красовская Елизавета Сергеевна, ФГБОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», д. 14, ул. А. Невского, Калининград, Россия, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Крылова Арина Евгеньевна, ФГБОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», д. 14, ул. А. Невского, Калининград, Россия, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Управление эффективностью систем транспорта и хранения нефти и газа

Аннотация. Работа посвящена аналитическому исследованию современных подходов к управлению эффективностью систем транспорта и хранения нефти и газа. Рассматривается эволюция отраслевой парадигмы от локальной оптимизации отдельных активов к комплексному управлению сквозными цепочками создания стоимости. Проанализированы технологические, организационные и цифровые факторы повышения эффективности, включая внедрение интеллектуальных систем мониторинга на основе нейросетевых технологий, создание цифровых двойников трубопроводных систем и логистизацию потоковых процессов. Особое внимание уделено перспективам применения гибридных транспортных схем и инновационных решений для освоения труднодоступных месторождений. На основе анализа текущего состояния и выявленных тенденций сформулированы основные пути совершенствования транспортно-логистической инфраструктуры, направленные на обеспечение ее надежности, гибкости и экономической целесообразности в условиях растущих вызовов.

Ключевые слова: транспорт и хранение углеводородов, управление эффективностью, цифровые двойники, искусственный интеллект в ТЭК, интеллектуальный мониторинг, трубопроводный транспорт.

Balaganskaya E. O., Krasovskaya E. S., Krylova A. E.

Balaganskaya Ekaterina Olegovna, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo St., Kaliningrad, Russia, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Krasovskaya Elizaveta Sergeevna, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo St., Kaliningrad, Russia, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Krylova Arina Evgenievna, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevsky, Kalinin-

grad, Russia, 236041. E-mail: Krylova_a_e@mail.ru.

Efficiency management of oil and gas transportation and storage systems

Abstract. The article is devoted to the study of modern approaches to managing the efficiency of oil and gas transportation and storage systems. The evolution of the industry paradigm from local optimization of individual assets to integrated management of end-to-end value chains is considered. Technological, organizational and digital factors of efficiency improvement are analyzed, including the introduction of intelligent monitoring systems based on neural network technologies, the creation of digital counterparts of pipeline systems and the logistics of flow processes. Special attention is paid to the prospects of using hybrid transport schemes and innovative solutions for the development of hard-to-reach deposits. Based on the analysis of the current state and the identified trends, the main ways to improve the transport and logistics infrastructure are formulated, aimed at ensuring its reliability, flexibility and economic feasibility in the face of growing challenges.

Key words: transportation and storage of hydrocarbons, efficiency management, digital twins, artificial intelligence in the fuel and energy sector, intelligent monitoring, pipeline transport.

Современные системы транспорта и хранения углеводородов представляют собой технологически сложные и капиталоемкие объекты, функционирующие в условиях постоянного изменения внешних и внутренних факторов. Эффективность их работы напрямую определяет экономическую устойчивость и конкурентоспособность добывающих компаний и целых государств. При этом традиционный подход к оценке эффективности, фокусирующийся преимущественно на показателях бесперебойности и объемах прокачки, оказывается недостаточным для комплексного управления этими активами. Требуется интегральная методология, учитывающая совокупность технологических, экономических и экологических аспектов. Ключевой проблемой является синхронизация разнородных процессов — от гидродинамического моделирования трубопроводных систем до оптимизации логистических цепочек и управления рисками, включая вопросы старения инфраструктуры и ужесточения экологических норм. В этой связи актуализируется задача разработки таких моделей и критериев, которые позволили бы перейти от реактивного устранения сбоев к проактивному стратегическому управлению ресурсами.

В рамках трубопроводного транспор-

та, остающегося системообразующим элементом транспортной инфраструктуры, ключевым направлением развития становится внедрение интеллектуальных систем мониторинга. Эти системы, основанные на нейросетевых алгоритмах, позволяют перейти от планово-предупредительного обслуживания к прогнозной аналитике, минимизируя риски аварийных ситуаций и незапланированных простоев [3, с. 933]. Цифровые двойники магистральных газопроводов, интегрирующие данные телеметрии и гидродинамического моделирования, обеспечивают оптимизацию режимов транспортировки с учетом реального состояния трубопроводной сети [2, с. 234]. Создание модульных систем мониторинга позволяет унифицировать подход к управлению разнотипными объектами — от линейной части до резервуарных парков, формируя единое информационное пространство для принятия оперативных решений [4, с. 158].

Эффективность транспортно-логистической цепи в значительной степени определяется сбалансированностью всех ее элементов. Логистизация потоковых процессов на нефтегазовых предприятиях предполагает устранение структурных диспропорций между производительностью добывающих активов, про-

пусковой способностью транспортных коридоров и емкостями хранилищ [5, с. 210]. При этом особое значение приобретает оптимизация начальных этапов — сбора и подготовки скважинной продукции, где даже локальное совершенствование технологических режимов дает мультипликативный эффект для всей последующей цепи [1, с. 88].

Перспективным направлением представляется развитие гибридных транспортных систем, комбинирующих различные способы доставки. Использование дирижаблей для освоения арктических месторождений, несмотря на высокие первоначальные инвестиции, может оказаться экономически оправданным при учете совокупной стоимости владения традиционной инфраструктурой в условиях вечной мерзлоты. Аналогичный системный подход требуется при оценке эффективности железнодорожных и автомобильных перевозок, где ключевыми становятся не тарифные ставки сами по себе, а интегральные показатели, включающие надежность доставки, сохранность качества продукции и гибкость логистических схем.

Ключевой проблемой является необ-

ходимость обеспечения надежности и экономической целесообразности в условиях роста доли трудноизвлекаемых запасов, удаленности новых месторождений и ужесточения экологических стандартов [8, с. 80]. В этом контексте совершенствование управления эффективностью не может ограничиваться локальными улучшениями; оно предполагает комплексную трансформацию всей цепочки создания стоимости — от скважины до конечного потребителя. Стратегическим направлением становится создание адаптивных, «интеллектуальных» транспортно-логистических контуров, способных к самооптимизации на основе данных в режиме, близком к реальному времени [6, с. 182]. Реализация такого подхода охватывает несколько взаимосвязанных направлений, среди которых особое значение имеют внедрение прогнозной аналитики, автоматизация процессов мониторинга и управления, а также развитие гибкой, многовариантной логистической инфраструктуры, позволяющей нивелировать риски и оперативно перераспределять грузопотоки (табл. 1).

Таблица 1. Основные пути совершенствования систем транспорта и хранения нефти и газа (составлено автором)

Направление совершенствования	Конкретные пути и технологии	Ожидаемый эффект	Связь с текущими исследованиями
Внедрение искусственного интеллекта и предиктивной аналитики	Разработка и внедрение нейросетевых моделей для прогнозирования остаточного ресурса оборудования трубопроводов и резервуаров, анализа коррозии и дефектов.	Снижение частоты аварийных отказов, переход от планово-предупредительного к прогнозному техническому обслуживанию, оптимизация затрат на ремонты.	Интеллектуальный мониторинг с применением нейросетевых технологий [3, с. 933]
	Создание самообучающихся цифровых двойников транспортных систем, интегрирующих данные SCADA, геолокации и гидродинамического моделирования.	Оптимизация режимов перекачки (давление, температура), минимизация энергозатрат, моделирование последствий управленческих решений.	Цифровые системы управления транспортом газа [2, с. 234]

	Применение AI-алгоритмов для оптимизации логистических маршрутов (мультимодальные перевозки) с учетом тарифов, погоды, загрузки инфраструктуры.	Снижение транспортных издержек, повышение гибкости и надежности цепочек поставок, сокращение сроков доставки.	Логистизация потоковых процессов [5, с. 210]
Комплексная автоматизация и дистанционный мониторинг	Развертывание распределенных сетей датчиков (IoT) на объектах транспорта и хранения для непрерывного контроля параметров (вибрация, давление, утечки).	Повышение оперативности реагирования на отклонения, сокращение персонала в опасных зонах, формирование полной цифровой истории объекта.	Интеллектуальная модульная система мониторинга [4, с. 158]
	Внедрение автономных и роботизированных систем для диагностики (дроны, подводные/наземные роботы) и обслуживания (роботы-очистители, краны).	Повышение частоты, точности и безопасности проводимых инспекций, выполнение работ в труднодоступных условиях.	Мониторинг состояний объектов [3, с. 935; 4, с. 158]
Технологическое перевооружение и развитие инфраструктуры	Модернизация насосно-компрессорного и емкостного оборудования с применением новых материалов и энергоэффективных приводов.	Снижение технологических потерь углеводородов, уменьшение энергопотребления, увеличение пропускной способности.	Повышение эффективности сбора и подготовки продукции [1, с. 88]
	Строительство гибкой инфраструктуры: модульные установки предварительной подготовки газа/нефти, развитие сетей нефтепродуктопроводов для диверсификации потоков.	Снижение капиталоемкости освоения новых месторождений, повышение гибкости и маневренности транспортной системы.	Логистизация потоковых процессов [5, с. 210]
Организационно-управленческие преобразования	Реинжиниринг сквозных бизнес-процессов на основе принципов логистики для устранения межфункциональных разрывов.	Сокращение производительных простоев, ускорение оборачиваемости запасов, повышение прозрачности управления.	Логистизация потоковых процессов нефтегазового предприятия [5, с. 213]
	Внедрение интегрированных платформ для управления эффективностью (ERP), консолидирующих данные по надежности, затратам и производственным показателям.	Принятие управленческих решений на основе единой версии истины, повышение обоснованности инвестиционных программ.	Цифровые системы управления [2, с. 241]

Проведенное исследование позволяет констатировать, что современный этап развития систем транспорта и хранения углеводородов характеризуется переходом от дискретной оптимизации отдель-

ных технологических операций к управлению сквозными эффективностью на основе интеграции цифровых технологий и принципов логистики. Ключевым фактором конкурентоспособности становится

ся способность формировать адаптивные транспортно-логистические контуры, обладающие свойством оперативной реконфигурации в ответ на изменение внешних и внутренних условий [7, с. 88]. Дальнейшее повышение эффективности неразрывно связано с глубокой цифровизацией, предполагающей внедрение интеллектуальных систем мониторинга на основе нейросетевых алгоритмов, созда-

ние цифровых двойников и реинжиниринг бизнес-процессов. Перспективным направлением является развитие гибридных моделей, комбинирующих магистральный транспорт с использованием инновационных решений, таких как дрижабли для освоения арктических регионов, что позволяет нивелировать высокие капитальные затраты на создание стационарной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Велиев Н.Ф. Повышение эффективности процессов сбора и подготовки скважинной продукции // *Мировая наука*. 2023. №. 5 (74). С. 88–91.
2. Еремин Н.А., Столяров В.Е., Сафарова Е.А., Гавриленко С.И. Цифровые системы управления транспортом газа // *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле*. 2022. №. 2. С. 234–254.
3. Земенкова М.Ю., Чижевская Е.Л., Земенков Ю.Д. Интеллектуальный мониторинг состояний объектов трубопроводного транспорта углеводородов с применением нейросетевых технологий // *Записки Горного института*. 2022. Т. 258. С. 933–944.
4. Земенкова М.Ю., Чижевская Е.Л. Интеллектуальная модульная система мониторинга и управления состоянием объектов транспорта и хранения углеводородов // *Научная территория: технологии и инновации: материалы*. 2022. С. 158.
5. Максимов А.В. Повышение эффективности деятельности нефтегазового предприятия за счет логистизации потоковых процессов // *Теория и практика современной науки*. 2023. №. 4 (94). С. 210–215.
6. Морозов О. О., Потапов Б. В., Щербань П. С. Исследование возможностей технологий искусственного интеллекта в задачах диагностики состояния полимерных армированных трубопроводов // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2024. № 3(365). С. 182–195. DOI 10.33979/2073-7408-2024-365-3-182-195.
7. Щербань П. С., Латышева Е. А. Оценка современного состояния газотранспортной системы Калининградской области и перспективы дальнейшей газификации // *Транспорт и сервис*. 2018. № 6. С. 88–100.
8. Щербань П. С. Разработка систем показателей качества полимерных армированных труб и их соединений. Вопросы математической обработки данных // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2024. Т. 26, № 2(118). С. 80–95. DOI 10.37313/1990-5378-2024-26-2-80-95.

REFERENCES (TRANSLITERATED)

1. Veliev N.F. Povyshenie jeffektivnosti processov sbora i podgotovki skvazhinnoj produkcii // *Mirovaja nauka*. 2023. №. 5 (74). S. 88–91.
2. Eremine N.A., Stoljarov V.E., Safarova E.A., Gavrilenco S.I. Cifrovye sistemy upravlenija transportom gaza // *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle*. 2022. №. 2. S. 234–254.
3. Zemenkova M.Ju., Chizhevskaja E.L., Zemenkov Ju.D. Intellektual'nyj monitoring sostojanij ob#ektov truboprovodnogo transporta uglevodorodov s primeneniem nejrosetevyh tehnologij // *Zapiski Gornogo instituta*. 2022. T. 258. S. 933–944.
4. Zemenkova M.Ju., Chizhevskaja E.L. Intellektual'naja modul'naja sistema monitoringa i upravlenija sostojaniem ob#ektov transporta i hranenija uglevodorodov // *Nauchnaja territorija: tehnologii i innovacii: materialy*. 2022. S. 158.
5. Maksimov A.V. Povyshenie jeffektivnosti dejatel'nosti neftegazovogo predprijatija za schet

-
- logistizacii potokovyh processov // Teorija i praktika sovremennoj nauki. 2023. №. 4 (94). S. 210–215.
6. Morozov O. O., Potapov B. V., Shherban' P. S. Issledovanie vozmozhnostej tehnologij iskusstvennogo intellekta v zadachah diagnostiki sostojanija polimernyh armirovannyh truboprovodov // Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii. 2024. № 3(365). S. 182–195. DOI 10.33979/2073-7408-2024-365-3-182-195.
 7. Shherban' P. S., Latysheva E. A. Ocenka sovremennogo sostojanija gazotransportnoj sistemy Kaliningradskoj oblasti i perspektivy dal'nejshej gazifikacii // Transport i servis. 2018. № 6. S. 88–100.
 8. Shherban' P. S. Razrabotka sistem pokazatelej kachestva polimernyh armirovannyh trub i ih soedinenij. Voprosy matematicheskoy obrabotki dannyh // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2024. T. 26, № 2(118). S. 80–95. DOI 10.37313/1990-5378-2024-26-2-80-95.

Поступила в редакцию: 20.11.2025.

Принята в печать: 30.12.2025.
